



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 50 936 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 04 L 12/437
H 04 J 14/00
H 04 B 10/08
H 04 B 10/24

②1 Aktenzeichen: 100 50 936.3
②2 Anmeldetag: 11. 10. 2000
④3 Offenlegungstag: 13. 12. 2001

DE 100 50 936 A 1

③0 Unionspriorität:
99-44506 14. 10. 1999 KR

⑦1 Anmelder:
Korea Advanced Institute of Science and
Technology, Taejon, KR

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Gulde Hengelhaupt Ziebig, 10117
Berlin

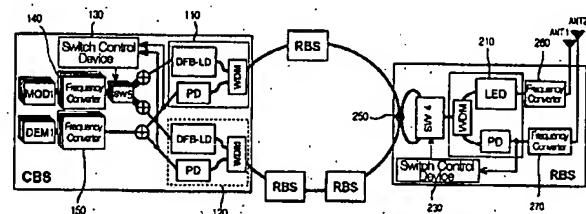
⑦2 Erfinder:
Chung, Yun-Chur, Taejon, KR; Kim, Hoon, Kyungki,
KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger

⑤7 Die Erfindung betrifft ein optisches Netzwerk mit gemultiplextem Hilfsträger, und sie stellt ein bidirektionales selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger bereit, dessen Betriebsfähigkeit im Falle eines Lichtwellenleiterbruchs oder eines Ausfalls einer Lichtquelle und/oder eines Photoempfängers rasch wiederhergestellt werden kann. Das erfindungsgemäße optische Netzwerk wird dadurch zum Ringnetz ausgebildet, daß eine zentrale Basisstation und eine Anzahl optischer Netzeinheiten über einen einzigen Lichtwellenleiter verbunden sind, wobei ein Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (eine für Normalbetrieb und die andere zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit) in der zentralen Basisstation und in jeder optischen Netzeinheit installiert sind, wodurch sich die Verwendung der Lichtwellenleiter in der Errichtungsphase des Netzwerks wirtschaftlich gestaltet und wodurch es möglich wird, die Betriebsfähigkeit im Falle eines Lichtwellenleiterbruchs oder eines Ausfalls einer Lichtquelle und/oder eines Photoempfängers dadurch rasch wiederherzustellen, daß Signale über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit gesendet werden.



DE 100 50 936 A 1

AUSGANGSSITUATION DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisches Netzwerk mit gemultiplextem Hilfsträger, und insbesondere betrifft sie ein bidirektionales, selbstheilendes, optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, dessen Betriebsfähigkeit im Falle eines Lichtwellenleiterbruchs oder eines Ausfalls einer Lichtquelle und/oder eines Photoempfängers rasch wiederhergestellt werden kann.

[0002] Im Laufe des sich entwickelnden Informationszeitalters fordern die Teilnehmer alle Arten von Informationen auf den unterschiedlichsten Gebieten, und der abgeforderte Informationsgehalt hat sich stark erhöht. Weil Hochgeschwindigkeits-Informationsdienste mit hoher Dienstgüte gefordert werden und das System auf der Teilnehmerseite immer mehr ausgeweitet wird, wird es ökonomisch sinnvoll und vorausschauend, den Teilnehmeranschlußbereich mit einem Lichtwellenleiter auszustatten. Weil dies jedoch massive Investitionen erfordert, um das herkömmliche Kupferleitungsnetz durch ein Lichtwellenleiternetz zu ersetzen, ist es sehr wichtig, ein Netzsystem ökonomisch zu gestalten, um die Investitionen zu verringern und das optische Netzwerk effizient zu nutzen.

[0003] Unter diesem Aspekt wird ein passives optisches Netzwerk, für dessen Errichtung nur geringe Anfangsinvestitionen erforderlich sind, und das einfach zu warten und zu reparieren ist, als wirtschaftliches optisches Netzwerk betrachtet. Ein passives optisches Netzwerk macht die wirtschaftliche Verwendung von Lichtwellenleitern dadurch möglich, daß die verschiedensten optischen Netzeinheiten (ONU) einen Lichtwellenleiter gemeinsam nutzen, und es hat den Vorteil, daß keine Endeinrichtung bereitgestellt werden muß, bevor ein Teilnehmer einen bestimmten Dienst anfordert. Außerdem kann es nach der Installation des Netzwerks einfach gewartet und repariert werden, weil zwischen der zentralen Basisstation und dem Teilnehmerendgerät keine Einrichtung vorhanden ist, die eine externe elektrische Stromversorgung benötigt. Ein passives optisches Netzwerk ermöglicht somit die Installation eines wirtschaftlichen optischen Netzwerks, so daß dessen zunehmende Verwendung zu erwarten ist.

Stand der Technik

[0004] Wenn eine zentrale Basisstation mit mehreren optischen Netzeinheiten (ONU) verbunden ist, wie dies bei einem passiven optischen Netzwerk der Fall ist, lassen sich die Verfahren der Kommunikation zwischen der zentralen Basisstation und der ONU grob drei unterschiedlichen Kategorien zuordnen.

[0005] Die erste Kategorie eines Kommunikationsverfahrens ist das Verfahren mit Mehrfachzugriff im Zeitmultiplex (TDMA), bei dem die Übertragungszeit so aufgeteilt wird, daß eine bestimmte ONU mit der zentralen Basisstation während eines bestimmten Zeitabschnitts kommunizieren kann. Bei diesem Verfahren kommuniziert die zentrale Basisstation mit einer bestimmten von mehreren ONUs während des festgelegten Zeitabschnitts. Das Verfahren mit Mehrfachzugriff im Zeitmultiplex hat den Vorteil einer vergleichsweise einfachen Struktur, aber andererseits die Nachteile, daß die Netzsicherheit gering, ein streng definiertes TDMA-Protokoll erforderlich und die Modernisierung des Netzwerks schwierig ist.

[0006] Die zweite Kategorie ist das Verfahren mit Mehr-

fachzugriff im Wellenlängenmultiplex (WDMA), bei dem jeder ONU eine bestimmte Wellenlänge zugeordnet wird, auf der sie kommuniziert. Die zentrale Basisstation muß mit mehreren Lichtquellen versehen sein, von denen jede eine Wellenlänge aufweist, die mit den einzelnen ONU korrespondiert und jede ONU muß mit einer Lichtquelle ausgerüstet sein, die eine bestimmte Wellenlänge aufweist. Dieses Verfahren weist die Vorteile einer exzellenten Netzsicherheit und einer einfachen Modernisierung des Netzwerks auf, es hat jedoch den Nachteil, daß die zentrale Basisstation und die ONUs mit wellenlängenspezifischen Lichtquellen ausgerüstet sein müssen.

[0007] Die dritte Kategorie ist das Verfahren mit Vielfachzugriff durch Hilfsträgermultiplex (SCMA). Beim Hilfsträgermultiplexverfahren moduliert ein auf einen Hilfsträger aufgetragenes Teilnehmersignal die Lichtquelle, und mehrere Teilnehmersignale, die als optisch modulierte Signale vorliegen, werden optisch synthetisiert und gesendet, und dabei identifiziert ein Photoempfänger jeden Teilnehmer durch Ausfiltern der auf dem Hilfsträger aufgezeichneten Signale unter Verwendung von HF-Filtern. Das Verfahren hat den Nachteil, daß eine Störung durch optische Frequenzüberlagerung auftritt, weil Licht mehrerer unterschiedlicher Lichtquellen auf einen einzigen Photoempfänger trifft, es weist jedoch die Vorteile auf, daß weder ein streng definiertes TDMA-Protokoll, wie beim Verfahren mit Vielfachzugriff durch Zeitmultiplex, noch die wellenlängenspezifischen Lichtquellen erforderlich sind. Ein zusätzlicher weiterer Vorteil besteht darin, daß bei Errichtung eines Leitungs-/Weitverkehrsnetzes mit gemischtem Zugriff eine abgesetzte Basisstation einfach aufgebaut sein kann, mit nur einem opto-elektrischen Wandler und einem elektro-optischen Wandler. Ein optisches Übertragungssystem mit Vielfachzugriff durch Hilfsträgermultiplex für ein Leitungs-/weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff, das diese Vorteile aufweist, ist der Öffentlichkeit kürzlich vorgestellt worden.

[0008] Weil sich der Informationsgehalt auf der Teilnehmerseite durch die Einführung von Lichtwellenleitern in den Teilnehmeranschlußbereich stark erhöht, wird die Fähigkeit des Netzwerks zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit zum herausragenden Merkmal. Insbesondere werden im Fehlerfall, zum Beispiel beim Bruch eines Lichtwellenleiters oder Ausfall einer ONU, in einem Netzwerk, in dem sich eine Anzahl von Teilnehmern eine ONU teilen, wie zum Beispiel bei FTTC (Fiber to the Curb) [Anmerkung des Übersetzers: Netzabschluß am Bordstein], eine Anzahl von Teilnehmern von einer Störung der Übertragung gleichzeitig betroffen sein. Wenn man die Tatsache berücksichtigt, daß viele Kommunikationsunternehmen den Aufbau eines FTTH-Netzes (Fiber to the Home), bei dem ein Lichtwellenleiter bis an das Wohnhaus eines jeden Teilnehmers geführt wird, auf Grund wirtschaftlicher Probleme, wegen Schwierigkeiten bei der Auslegung der Fernmeldeleitung und auf Grund des Aufkommens einer Alternative, zum Beispiel eines FTTC-Netzes, verschieben, kann man erkennen, wie wichtig diese Frage ist. Außerdem zeigt die Tatsache, daß es immer noch ein Argument gegen das nunmehr kommerziell genutzte CATV-Netz ist, daß die Dienste für alle Teilnehmer ausfallen, wenn das Kabel an einer bestimmten Stelle unterbrochen wird, die Wichtigkeit der Fähigkeit zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit des Netzwerks.

[0009] Dasselbe Problem hinsichtlich der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit tritt in einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff auf, zum Beispiel in einem PCS-System, das gegenwärtig kommerziell eingeführt wird. Die maximale Anzahl von Teilnehmern, die eine abgesetzte Basisstation eines Leitungs-/Weitverkehrsnetzes mit

gemischtem Zugriff versorgen kann, hängt vom jeweiligen System ab, liegt jedoch im allgemeinen im Bereich von 100 bis 300. Das bedeutet, daß bei Auftreten eines Fehlers in der abgesetzten Basisstation 100 bis 300 Teilnehmer gleichzeitig von einer Störung der Übertragung betroffen sind. Insbesondere bei einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff, das über eine Übergabefunktion verfügt, sind die Auswirkungen sogar noch schwerwiegender, weil der in einer bestimmten abgesetzten Basisstation auftretende Fehler einen Einfluß auf die Teilnehmer hat, die mit der benachbarten abgesetzten Basisstation verbunden sind.

[0010] Kürzlich wurde für ein Leitungs-/Weitverkehrsnetz des CDMA-Typs mit gemischtem Zugriff ein passives optisches Übertragungssystem für Mehrfachzugriff durch Hilfsträgermultiplex vorgeschlagen [REF: H. Kim and Y. C. Chung, "Bi-directional passive optical network for CDMA PCS", Electron. Lett., vol. 35, no. 4, pp. 315-317, Feb. 1999]. Das vorgeschlagene System verwendet eine doppelte Sternstruktur und ermöglicht bidirektionale Übertragung unter Verwendung eines einzigen Lichtwellenleiters, was den Vorteil mit sich bringt, daß bei der Errichtung des Netzwerkes große Mengen an Lichtwellenleiter eingespart werden können. Darüber hinaus hat es einen weiteren Vorteil, daß eine abgesetzte Basisstation mit nur einer Lumineszenzdiode (LED), einem Photocmpfänger und einem Frequenzumsetzer wirtschaftlich konzipiert werden kann, wodurch das wirtschaftliche Problem gelöst werden kann, das durch die Verringerung der Größe der abgesetzten Zelle verursacht wird. In einem System dieser Art sind vom Auftreten eines Fehlers im Netzwerk viele Teilnehmer betroffen, weil zahlreiche abgesetzte Basisstationen mit einem einzigen Lichtwellenleiter verbunden sind. Wenn zum Beispiel acht abgesetzte Basisstationen mit einer zentralen Basisstation verbunden sind, sind von einem Bruch des Lichtwellenleiters gleichzeitig etwa 1000 Teilnehmer betroffen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0011] Ein Anliegen der Erfindung besteht darin, die oben genannten Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Deshalb ist es das Ziel der Erfindung, ein, bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger bereitzustellen, dessen Betriebsfähigkeit im Falle eines Bruchs des Lichtwellenleiters oder eines Ausfalls einer Lichtquelle und/oder eines Photocmpfängers rasch wiederhergestellt werden kann. Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein bidirektionales, selbstheilendes, optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger bereitzustellen, das dadurch zum Ringnetz ausgebildet wird, daß eine zentrale Basisstation und eine Anzahl optischer Netzeinheiten durch einen einzigen Lichtwellenleiter verbunden sind, wobei die zentrale Basisstation und jede optische Netzeinheit jeweils mit einem Paar einer optischen Sende-Empfangs-Einrichtung ausgerüstet sind, und um auf diese Weise die Verwendung der Lichtwellenleiter in der Errichtungsphase wirtschaftlich zu gestalten.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Fig. 1 ist eine graphische Darstellung der Struktur eines bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetzes mit gemultiplextem Hilfsträger nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0013] Fig. 2 ist eine Ansicht zur Darstellung von Abwärtssignalspektren an der zentralen Basisstation und einer optischen Netzeinheit in einem bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0014] Fig. 3 ist eine Ansicht zur Darstellung eines Signalflusses nach Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft im Falle eines Bruchs des Lichtwellenleiters in einem optischen Ringnetz nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0015] Fig. 4 ist eine Ansicht zur Darstellung eines Signalflusses nach Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft im Falle eines Ausfalls einer Lichtquelle und/oder eines Photoempfängers, in einer optischen Netzeinheit in einem optischen Netzwerk nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0016] Fig. 5 ist eine graphische Darstellung der Struktur eines bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetzes mit gemultiplextem Hilfsträger nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0017] Fig. 6 und Fig. 7 sind Ansichten zur Veranschaulichung der Fälle, daß ein erfindungsgemäßes, bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger bei einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff eingesetzt wird.

<Erklärung der Bezugswahlen auf den wichtigsten Zeichnungen>

- 110, 120 optische Sende-Empfangs-Einrichtung der zentralen Basisstation
- 130 Schaltersteuereinrichtung der zentralen Basisstation
- 140, 150 Frequenzumsetzer der zentralen Basisstation
- 210, 220 optische Sende-Empfangs-Einrichtung der optischen Netzeinheit oder der abgesetzten Basisstation
- 230 Schaltersteuereinrichtung der optischen Netzeinheit
- 240 Filter
- 250 optischer Koppler
- 260, 270 Frequenzumsetzer der optischen Netzeinheit
- 35 CBS zentrale Basisstation
- MOD1, 2 Modulator
- DEM1, 2 Demodulator
- LED Lumineszenzdiode
- WDM Wellenlängenmultiplexer
- 40 DFB-LD DFB-Laserdiode mit verteilter Rückkopplung (DFB-Laserdiode)
- SW1~3, 5~7 elektrische Schalteinrichtung
- SW4 optische Schalteinrichtung
- PD Photoempfänger
- 45 ONU optische Netzeinheit
- RBS abgesetzte Basisstation

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0018] Mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen werden die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, mit denen dieses Ziel erreicht wird, nun im Einzelnen beschrieben.

Ausführungsbeispiel 1

[0019] Fig. 1 ist eine graphische Darstellung der Struktur eines bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetzes mit gemultiplextem Hilfsträger nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0020] Wie dies in Fig. 1 beschrieben wurde, wird das erfindungsgemäße Ausführungsbeispiel des optischen Netzwerks als Ringnetz ausgeführt, indem eine Anzahl optischer Netzeinheiten (ONU) mit einer zentralen Basisstation (CBS) unter Verwendung optischer Koppler (250) verbunden sind, wobei die zentrale Basisstation (CBS) umfaßt: eine Anzahl von Modulatoren (MOD1), welche die Infor-

mation (das elektrische Signal) der Informationsquelle auf einen Hilfsträger aufprägen und diesen modulieren; eine Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW1), welche die modulierten Signale selektiv von diesen Modulatoren auf das damit ausgestattete Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) verteilen; zwei Summiervverstärker (+), welche die Signale summieren, die durch die Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW1) geschaltet werden und sie zu dem Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (110 bzw. 120) überträgt; eine Umschaltsteuereinrichtung (130), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW1) steuert, indem das Vorhandensein eines Signals in Aufwärtsrichtung überprüft wird, das durch die optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird; eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und im Normalbetrieb die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die optische Netzeinheit (ONU) sendet und die von der optischen Netzeinheit (ONU) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die optische Netzeinheit (ONU) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; einen Summiervverstärker (+), der die empfangenen Signale summiert, die von den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) ausgegeben werden und diese an eine Anzahl von Demodulatoren (DEM1) überträgt; und Demodulatoren (DEM1), welche die elektrischen Signale aus dem Summiervverstärker (+) in dekodierbare Signale demodulieren. [0021] Weiterhin umfaßt die optische Netzeinheit (ONU) des erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels eines optischen Netzes: einen Modulator (MOD2), welcher die Information (das elektrische Signal) der Informationsquelle auf einen Hilfsträger aufprägt und diesen moduliert; eine elektrische Schalteinrichtung (SW2), welche die von diesem Modulator (MOD2) modulierten Signale selektiv auf das damit ausgestattete Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) verteilt; eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb, welche modulierte elektrische Signale in optische Signale umwandelt und diese an die zentrale Basisstation (CBS) sendet und die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale während des Normalbetriebs in elektrische Signale umwandelt; eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (220) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, welche modulierte elektrische Signale in optische Signale umwandelt und diese an die zentrale Basisstation (CBS) sendet und die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit in elektrische Signale umwandelt; eine elektrische Schalteinrichtung (SW3), welche das empfangene Signal, das von den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) ausgegeben wird, selektiv an das Filter (240) sendet; ein Filter (240), welches das empfangene Signal filtert, das von der elektrischen Schalteinrichtung (SW3) abgegeben wird; einen Demodulator (DEM2), der das gefilterte Signal in ein dekodierbares Signal demoduliert; eine Schaltersteuereinrichtung (230), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW2, 3) steuert; indem das Vorhandensein eines Signals in Abwärtsrichtung überprüft wird, das durch die optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) in ein elektrisches Si-

gnal umgewandelt wird; und einen optischen Koppler (250), der die optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) mit dem optischen Netzwerk verbindet.

[0022] Die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110, 120) der zentralen Basisstation (CBS) enthält eine 1,5-µm-Laserdiode mit verteilter Rückkopplung (DFD-LD), welche die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt, einen Photoempfänger (PD), der die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt, und einen Wellenlängenmultiplexer (WDM), der die gesendeten/empfangenen Signale multiplext.

[0023] Und die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210, 220) der optischen Netzeinheit (ONU) enthält eine 1,3-µm-Lumineszenzdiode (LED), welche die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt, einen Photoempfänger (PD), der die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt und einen Wellenlängenmultiplexer (WDM), der die gesendeten/empfangenen Signale multiplext.

[0024] Die Arbeitsweise des Ausführungsbeispiels, das die oben beschriebene Struktur aufweist, wird nunmehr erläutert.

[0025] Im Ausführungsbeispiel wird das optische Netzwerk dadurch zum Ringnetz ausgebildet, daß die zentrale Basisstation (CBS) und eine Anzahl optischer Netzeinheiten (ONU) durch einen einzigen Lichtwellenleiter verbunden werden. Die zentrale Basisstation (CBS) wendet zur Kommunikation mit einer Anzahl von optischen Netzeinheiten (ONU) ein Verfahren mit Vielfachzugriff durch Hilfsträgermultiplex an.

[0026] Die zentrale Basisstation (CBS) prägt auf die zugeleitete Frequenz Signale auf und sendet diese über die von der Hauptstelle wegführende Leitung (Abwärtsleitung) an jede optische Netzeinheit (ONU), und jede optische Netzeinheit (ONU) empfängt von der zentralen Basisstation (CBS) aus den Abwärtssignalen die Signale, welche die entsprechende Frequenz aufweisen, durch Filterung mit dem Filter (240). Die Spektren der Abwärtssignale an der zentralen Basisstation und an einer optischen Netzeinheit sind in Fig. 2 beschrieben.

[0027] Ein Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen ist in der zentralen Basisstation (CBS) beziehungsweise in jeder optischen Netzeinheit (ONU) installiert, für den Fall eines Lichtwellenleiterbruchs und/oder des Ausfalls einer optischen Sende-Empfangs-Einrichtung. Dies ist zum einen während des Normalbetriebs die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110, 120) für Normalbetrieb, und zum anderen die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210, 220) für die Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit im Falle eines Lichtwellenleiterbruchs und/oder des Ausfalls einer optischen Sende-Empfangs-Einrichtung.

[0028] Die Funktionsabläufe bei Übertragung in Aufwärts-/Abwärtsrichtung während des Normalbetriebs werden nunmehr erläutert.

[0029] Zunächst sendet, im Falle einer Übertragung in Abwärtsrichtung von der zentralen Basisstation (CBS) zu einer optischen Netzeinheit (ONU) für Normalbetrieb, die zentrale Basisstation (CBS) Abwärtssignale, unter Verwendung der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb.

[0030] Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, daß Abwärtssignale, die dem Hilfsträger mit Hilfe des Modulators (MOD1) aufgeprägt wurden, durch die von der Schaltersteuereinrichtung (130) gesteuerte elektrische Schalteinrichtung (SW1) auf die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb geschaltet und danach in der 1,5-µm-Laserdiode mit verteilter Rückkopplung (DFD-LD) in optische Signale umgewandelt werden.

[0031] Die in optische Signale umgewandelten Abwärtssignale werden in Uhrzeigerichtung über den Wellenlängenmultiplexer (WDM) auf der optischen Abwärtsleitung übertragen und anschließend wird ein bestimmter Signalanteil von dem 2x2-Lichtwellenleiterkoppler einer optischen Netzeinheit (ONU) empfangen und in dieser Einheit verarbeitet und der Rest wird an die nächste optische Netzeinheit gesendet.

[0032] Die empfangenen Abwärtssignale werden im Photoempfänger (PD) durch den Wellenlängenmultiplexer (WDM) der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb in elektrische Signale umgewandelt.

[0033] Weil die elektrische Schalteinrichtung (SW3) mit der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb während des Normalbetriebs infolge der Steuerung durch die Schaltersteuereinrichtung (230) verbunden ist, werden die Abwärtssignale, die in der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb in elektrische Signale umgewandelt werden, über die elektrische Schalteinrichtung (SW3) auf den Filter (240) geschaltet, und anschließend werden die Signale, die der charakteristischen Frequenz entsprechen, ausgewählt und im Demodulator (DEM2) demoduliert.

[0034] Die Übertragung in Aufwärtsrichtung, von einer optischen Netzeinheit (ONU) zur zentralen Basisstation (CBS), ähnelt der Übertragung in Abwärtsrichtung. Im Normalbetrieb wird die elektrische Schalteinrichtung (SW2) durch die Schaltersteuereinrichtung (230) so gesteuert, daß sie mit der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb verbunden ist. Deshalb werden die Aufwärtssignale, die dem Hilfst Träger durch den Modulator (MOD2) einer optischen Netzeinheit (ONU) aufgeprägt wurden, über die elektrische Schalteinrichtung (SW2) auf die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb übertragen.

[0035] Die zur optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb übertragenen elektrischen Signale werden in einer 1,3-µm-Lumineszenzdiode (LED) in optische Signale umgewandelt und über den Wellenlängenmultiplexer (WDM) und den optischen Koppler (250) gegen den Uhrzeigersinn auf der optischen Leitung übertragen und anschließend in der zentralen Basisstation (CBS) empfangen.

[0036] Bei Übertragung in Aufwärtsrichtung tritt eine Störung durch optische Frequenzüberlagerung auf, weil die Signale mehrerer Lichtquellen in einen einzigen opto-elektrischen Wandler, das heißt, einen Photoempfänger (PD) eintreten. Eine Störung durch optische Frequenzüberlagerung ist eine Störung, die dann auftritt, wenn Licht aus einer Anzahl von Lichtquellen mit unterschiedlichen Wellenlängen in einen gemeinsamen Photoempfänger (PD) eintritt und sie tritt bei Frequenzen auf, die den Differenzen zwischen den Wellenlängen der Lichtquellen entsprechen. Diese Art der Störung durch optische Frequenzüberlagerung kann dadurch wirksam verringert werden, daß eine wellenlängenselektierte Laserdiode mit verteilter Rückkopplung (DFB-LD) oder eine Lumineszenzdiode mit sehr großer Linienbreite als Lichtquelle eingesetzt wird. [Ref: H. Kim, J. M. Cheong, H. Lee, and Y. C. Chung, "Passive optical network for microcellular CDMA personal communication service", IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 10, no. 11, pp. 1641-1643, Nov. 1998].

[0037] Insbesondere wird, bei Verwendung einer wellenlängenselektierten Laserdiode mit verteilter Rückkopplung als Lichtquelle für die Übertragung in Aufwärtsrichtung, wenn die Wellenlängendifferenzen der Lichtquellen auf einem Wert gehalten werden, der größer als ein bestimmter Wert ($\sim 0,2$ nm) ist, eine durch optische Frequenzüberlage-

rung verursachte Verschlechterung der Signalqualität im Signalband unter etwa 2 GHz nicht beobachtet. Eine wellenlängenselektierte Laserdiode mit verteilter Rückkopplung ist jedoch kostenaufwendiger als andere elektro-optische Wandler (Fabry-Perot-Laser, Lumineszenzdiode, und so weiter).

[0038] Deshalb ist es vom wirtschaftlichen Standpunkt aus nicht zu vertreten, eine Netzeinheit unter Verwendung einer wellenlängenselektierten Laserdiode mit verteilter Rückkopplung als Lichtquelle zu realisieren. Und, was noch schlimmer ist, die Begrenzung der Wellenlänge der wellenlängenselektierten DFB-LD erschwert die Installation und die Wartung der optischen Netzeinheit.

[0039] Andererseits hat eine Lumineszenzdiode einen Vorteil, daß die Größenordnung der im Signalband auftretenden Störung relativ gering ist, weil, sie eine große Linienbreite hat, so daß die Störung durch optische Frequenzüberlagerung in einem breiten Frequenzbereich auftritt. Und sie hat einen weiteren Vorteil, daß die Regelung der Wellenlänge nicht erforderlich ist.

[0040] Deshalb wird in der optischen Netzeinheit (ONU) des erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels eine 1,3-µm-Lumineszenzdiode als Lichtquelle eingesetzt, um Störungen durch optische Frequenzüberlagerung zu verringern. [REF: R. D. Feldmann, K.-Y. Liou, G. Raybon, and R. F. Austin, "Reduction of optical beat interference in a subcarrier multiple access passive optical network through the use of an amplified light-emitting diode"].

[0041] Fig. 3 ist eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels, um zu beschreiben, wie die Betriebsbereitschaft im Falle eines Lichtwellenleiterbruchs im optischen Netzwerk wiederhergestellt wird, und sie zeigt den Signallauf nach Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft im Falle eines Lichtwellenleiterbruchs zwischen ONU #1 und ONU #2.

[0042] Das erfindungsgemäße optische Netzwerk überträgt Signale bidirektional unter Verwendung eines einzigen Lichtwellenleiters, so daß die zentrale Basisstation (CBS) und die optische Netzeinheit (ONU) den Bruch des Lichtwellenleiters durch Prüfen der Anwesenheit der von der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210, 220) empfangenen elektrischen Signale detektieren können. Wie dies in Fig. 3 beschrieben wurde, kann im Normalbetrieb bei einem Bruch des Lichtwellenleiters zwischen ONU #1 und ONU #2 die zentrale Basisstation (CBS) die Aufwärtssignale von ONU #2, 3, 4 nicht empfangen und ONU #2, 3, 4 können die Abwärtssignale der zentralen Basisstation (CBS) ebenfalls nicht empfangen. Andererseits erkennt ONU #1 keine Veränderung, weil im Lichtwellenleiter zwischen der zentralen Basisstation (CBS) und ONU #1 keine Fehlfunktion auftritt.

[0043] Deshalb aktiviert im Falle eines in Fig. 3 beschriebenen Bruchs des Lichtwellenleiters, weil die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb in der zentralen Basisstation (CBS) die Aufwärtssignale von ONU #2, 3, 4 nicht empfangen kann, die Schaltersteuereinrichtung (130) der zentralen Basisstation (CBS) die elektrische Schalteinrichtung (SW1), damit die Signale zwischen der zentralen Basisstation (CBS) und ONU #2, 3, 4 über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit gesendet, beziehungsweise empfangen werden.

[0044] Zusätzlich aktiviert, weil die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb, in ONU #2, 3 oder 4 auch keine Abwärtssignale von der zentralen Basisstation empfangen kann, die Schaltersteuereinrichtung (230) die elektrischen Schalteinrichtungen (SW2, 3), um Aufwärtssignale zu senden und Abwärtssignale über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (220) zur Wiederherstel-

lung der Betriebsfähigkeit zu empfangen.

[0045] Deshalb werden nach Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die Abwärtssignale für ONU #1 im Uhrzeigersinn über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb gesendet und die Aufwärtssignale werden gegen den Uhrzeigersinn gesendet. Andererseits werden die Abwärtssignale für ONU #2, 3, 4 über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, gegen den Uhrzeigersinn gesendet, und die Aufwärtssignale werden im Uhrzeigersinn gesendet.

[0046] Fig. 4 ist eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels, um zu beschreiben, wie im Falle eines Ausfalls einer optischen Sende-Empfangs-Einrichtung einer optischen Netzeinheit (ONU) die Betriebsbereitschaft im optischen Netzwerk wiederhergestellt wird, und sie zeigt den Fall, daß die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb in ONU #2 ausfällt.

[0047] Im Falle, daß die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) von ONU #2 während des Normalbetriebs ausfällt, kann die zentrale Basisstation (CBS) keine Aufwärtssignale von ONU #2 empfangen und ONU #2 kann auch keine Abwärtssignale von der zentralen Basisstation (CBS) empfangen. In diesem Falle aktiviert die Schaltersteuereinrichtung (130) der zentralen Basisstation (CBS) die elektrische Schalteinrichtung (SW1), um die Abwärtssignale an ONU #2 gegen den Uhrzeigersinn über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit zu senden. Und die Schaltersteuereinrichtung (230) von ONU #2 aktiviert auch die elektrischen Schalteinrichtungen (SW2, 3), um Abwärtssignale zu empfangen und Aufwärtssignale im Uhrzeigersinn über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (220) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit zu senden.

[0048] Deshalb werden nach der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die Abwärtssignale für ONU #1, 3, 4 im Uhrzeigersinn über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb, der zentralen Basisstation (CBS) gesendet, und die Abwärtssignale für ONU #2 werden gegen den Uhrzeigersinn über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, der zentralen Basisstation (CBS) gesendet. Und die Aufwärtssignale von ONU #1, 3, 4 werden gegen den Uhrzeigersinn über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb gesendet, und die Aufwärtssignale von ONU #2 werden im Uhrzeigersinn über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (220) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit gesendet.

Ausführungsbeispiel 2

[0049] Fig. 5 ist eine graphische Darstellung der Struktur eines bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetzes mit gemultiplextem Hilfsträger nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0050] Wie dies in Fig. 5 beschrieben ist, ist die Struktur der zentralen Basisstation (CBS) des optischen Netzwerks nach diesem Ausführungsbeispiel identisch mit der im Ausführungsbeispiel 1, und die optische Netzeinheit (ONU) in diesem Ausführungsbeispiel umfaßt: einen Modulator (MOD2), welcher die Information (das elektrische Signal) der Informationsquelle auf einen Hilfsträger aufprägt und diesen moduliert; eine 1,3-µm-Lumineszenzdiode (LED), welche die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt; eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) mit einem Photocmpfänger (PD), welcher die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt, und einem Wellenlängenmultiplexer (WDM), der

die empfangenen/gesendeten Signale multiplext; einen optischen Schalter (SW4), der die Übertragungsrichtungen der Aufwärts-/Abwärtssignale bestimmt, die über das optische Netzwerk gesendet/empfangen werden; eine Schaltersteuereinrichtung (230), welche die besagte optische Schalteinrichtung (SW4) steuert; und einen optischen Koppler (250), der die optische Netzeinheit (ONU) mit dem optischen Netzwerk verbindet.

[0051] In diesem Ausführungsbeispiel wird eine optische Schalteinrichtung (SW4) anstelle einer elektrischen Schalteinrichtung verwendet, und in der optischen Netzeinheit (ONU) wird lediglich eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung verwendet. Deshalb kann das selbstheilende optische Ringnetzwerk nach diesem Ausführungsbeispiel bei einem Bruch des Lichtwellenleiters die Betriebsfähigkeit selbst wiederherstellen, es kann jedoch bei einem Ausfall der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) der optischen Netzeinheit (ONU) die Betriebsfähigkeit nicht selbsttätig wiederherstellen.

[0052] Dieses optische Netzwerk ist jedoch ökonomisch konkurrenzfähiger als das nach. Ausführungsbeispiel 1, weil es nur eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung in einer optischen Netzeinheit (ONU) verwendet.

[0053] Die Funktionsweise des Ausführungsbeispiels wird nunmehr beschrieben.

[0054] Bei einer Abwärtsübertragung von der zentralen Basisstation (CBS) zu einer optischen Netzeinheit (ONU) für Normalbetrieb, sendet die zentrale Basisstation (CBS) Abwärtssignale unter Verwendung der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb. Die in optische Signale umgewandelten Abwärtssignale werden im Uhrzeigersinn auf der optischen Leitung durch den Wellenlängenmultiplexer (WDM) gesendet und anschließend wird ein gewisser Signalanteil von einem 2x2-Lichtwellenleiterkoppler (250) einer optischen Netzeinheit (ONU) empfangen und in dieser Einheit verarbeitet, und der Rest wird an die nächste optische Netzeinheit gesendet.

[0055] Die in der optischen Netzeinheit eintreffenden Abwärtssignale passieren den optischen Schalter (SW4) und werden im Photoempfänger (PD) durch den Wellenlängenmultiplexer (WDM) der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) in elektrische Signale transformiert. Im Normalbetrieb wird der optische Schalter (SW4) von der Schaltersteuereinrichtung (230) so angesteuert, daß nur die im Uhrzeigersinn gesendeten Abwärtssignale empfangen werden.

[0056] Und die Aufwärtssignale von der optischen Netzeinheit (ONU) zur zentralen Basisstation (CBS) werden in der Lumineszenzdiode (LED) in elektrische Signale umgewandelt und gegen den Uhrzeigersinn zur zentralen Basisstation (CBS) durch den Wellenlängenmultiplexer (WDM), den optischen Schalter (SW4) und den optischen Koppler (250) gesendet.

[0057] Im Falle eines Bruchs des Lichtwellenleiters kann die optische Netzeinheit (ONU) jedoch keine Abwärtssignale von der zentralen Basisstation (CBS) empfangen, so daß von der Schaltersteuereinrichtung (230) der optischen Netzeinheit (ONU) festgestellt wird, daß vom Photoempfänger (PD) keine elektrischen Signale eintreffen und der Verbindungsstatus des optischen Schalters (SW4) umgeschaltet wird.

[0058] Gleichzeitig registriert die zentrale Basisstation (CBS) den Bruch des Lichtwellenleiters indem sie erkennt, daß keine Aufwärtssignale von einer bestimmten optischen Netzeinheit (ONU) zu den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) vorhanden sind, und schaltet anschließend den Verbindungsstatus des optischen Schalters (SW1) so um, daß über die optische Sende-Empfangs-Einrichtung

(120) Abwärtssignale gesendet werden, damit die Betriebsfähigkeit wiederhergestellt wird. Deshalb ist der Signalfluß nach Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit mit dem in Fig. 3 beschriebenen Signalfluß identisch.

Ausführungsbeispiel 3

[0059] Fig. 6 ist eine graphische Darstellung der Struktur eines bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetzes mit gemultiplextem Hilfsträger, nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung und sie veranschaulicht den Fall, daß das selbstheilende optische Ringnetz nach Ausführungsbeispiel 1 in einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff eingesetzt wird. In einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff übernimmt eine abgesetzte Basisstation (RBS) die Rolle einer optischen Netzeinheit (ONU) innerhalb der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele 1 und 2.

[0060] Das erfindungsgemäße Ausführungsbeispiel eines optischen Netzwerks ist als Ringnetz ausgeführt, indem eine Anzahl abgesetzter Basisstationen (RBS) mit einer zentralen Basisstation (CBS) unter Verwendung einer Anzahl von Verzweigern verbunden sind, wobei die zentrale Basisstation (CBS) umfaßt: eine Anzahl von Modulatoren (MOD1), welche die zu sendenden Signale modulieren; eine Anzahl von sendeseitigen Frequenzumsetzern (140), welche die vom Modulator (MOD1) modulierten Signale in Signale umsetzen, deren Frequenz mit bestimmten abgesetzten Basisstationen (RBS) korrespondiert; eine Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW5), welche die frequenzmodulierten Signale selektiv auf die optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) verteilen; zwei Summierverstärker (+), welche die Signale summieren, die durch die Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW5) geschaltet werden und die sie zu den optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) übertragen; eine Umschaltsteuereinrichtung (130), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW5) steuert, indem das Vorhandensein eines Signals in Aufwärtsrichtung, das durch die optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, überprüft wird; eine optische Send-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und die im Normalbetrieb die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese zur abgesetzten Basisstation (RBS) überträgt und die von der abgesetzten Basisstation (RBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; eine optische Send-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und die während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die abgesetzte Basisstation (RBS) sendet und die von der abgesetzten Basisstation (RBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; einen Summierverstärker (+), der die empfangenen Signale, die von den optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) in elektrische Signale umgesetzt wurden, summiert und an die Frequenzumsetzer (150) überträgt; eine Anzahl empfangsseitiger Frequenzumsetzer (150), welche die Frequenz der empfangenen Signale umsetzen; und eine Anzahl von Demodulatoren (DEM1), welche die von dem Frequenzumsetzer (150), abgegebenen Signale in dekodierbare Signale demodulieren.

[0061] Weiterhin umfaßt die abgesetzte Basisstation (RBS) des erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels des optischen Netzwerks: einen sendeseitigen Frequenzumsetzer (260), der die Frequenz der von Antenne1 (ANT1) emp-

fangenen Signale umsetzt; eine elektrische Schalteinrichtung (SW6), welche die Ausgangssignale des sendeseitigen Frequenzumsetzers (260) selektiv auf die optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) verteilt; eine optische

5 Send-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb, welche die empfangenen elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und zur zentralen Basisstation (CBS) sendet und im Normalbetrieb die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; eine optische Send-Empfangs-Einrichtung (220) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, welche die empfangenen elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und zur zentralen Basisstation (CBS) sendet und während der Periode zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; einen optischen Koppler (250), der die optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) mit dem optischen Netzwerk verbindet; eine elektrische Schalteinrichtung (SW7), welche die Ausgangssignale der optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) selektiv zum empfangsseitigen Frequenzumsetzer (270) schaltet; eine Schaltersteuereinrichtung (230), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW6, 7) steuert, indem das Vorhandensein eines Signals in Abwärtsrichtung überprüft wird, das durch die optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird; und einen empfangsseitigen Frequenzumsetzer (270), der die Frequenz der empfangenen Signale umsetzt und diese über Antenne2 (ANT2) sendet.

[0062] Die optischen Send-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) der zentralen Basisstation (CBS) in diesem Ausführungsbeispiel weisen dieselbe Struktur auf, wie in den Ausführungsbeispielen 1 und 2. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, sie enthalten eine 1,5-µm-Laserdiode mit verteilter Rückkopplung (DFD-LD), welche die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt, einen Photoempfänger (PD), der die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt und einen Wellenlängenmultiplexer (WDM), der die gesendeten/empfangenen Signale multiplext.

[0063] Und die optische Send-Empfangs-Einrichtung (210, 220) der abgesetzten Basisstation (RBS) in diesem Ausführungsbeispiel hat dieselbe Struktur wie die in Ausführungsbeispiel 1. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, sie enthält eine 1,3-µm-Lumineszenzdiode (LED), welche die eingegebenen elektrischen Signale in optische Signale umwandelt, einen Photoempfänger (PD), der die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt und einen Wellenlängenmultiplexer (WDM), der die gesendeten/empfangenen Signale multiplext.

[0064] Wie dies vorstehend beschrieben wurde, kommuniziert in dem optischen Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung, wie im optischen Netzwerk nach Ausführungsbeispiel 1, die zentrale Basisstation (CBS) mit jeder abgesetzten Basisstation (RBS) nach dem Verfahren mit Vielfachzugriff durch. Hilfsträgermultiplex mit unterschiedlicher Frequenz, um unter einer Anzahl von abgesetzten Basisstationen (RBS) jede einzelne abgesetzte Basisstation zu identifizieren.

[0065] Für diese Art der Kommunikation sind in der zentralen Basisstation (CBS) und der abgesetzten Basisstation (RBS) Frequenzumsetzer installiert. Der Grund für die parallele Installation ist, daß die Frequenz des verwendeten Hilfsträgers, der für den Weitverkehr benutzt wird, nicht identisch sein muß mit der des im erfindungsgemäßen optischen Netzwerk verwendeten Hilfsträgers.

[0066] Für den Fall, daß in der zentralen Basisstation (CBS) und der abgesetzten Basisstation (RBS) Frequenzumsetzer (140, 150, 260, 270) wie oben beschrieben installiert sind, werden die Strukturen der zentralen Basisstation (CBS) und der abgesetzten Basisstation (RBS) komplizierter als in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen 1 und 2, wenn jeder einzelnen abgesetzten Basisstation (RBS) jedoch eine andere Frequenz zugeordnet wird, kann die zentrale Basisstation (CBS) jede abgesetzte Basisstation (RBS) identifizieren. Und wenn die zu verwendende Frequenz so gewählt wird, daß sie niedriger als die öffentliche Telekommunikationsfrequenz ist, kann dies die Anforderungen hinsichtlich der Frequenz der optischen/elektrischen Elemente abschwächen.

[0067] Wenn das selbstheilende, optische Ringnetz nach diesem Ausführungsbeispiel in einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff, wie oben beschrieben, eingesetzt wird, ist es erforderlich, in der CBS und der RBS Frequenzumsetzer zu installieren. Im Fehlerfall sind die Verfahren zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit jedoch mit den im vorigen Ausführungsbeispiel beschriebenen identisch.

Ausführungsbeispiel 4

[0068] Fig. 7 ist eine graphische Darstellung der Struktur eines erfindungsgemäßen, bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetzes mit gemultiplextem Hilfsträger nach einem weiteren Ausführungsbeispiel und sie veranschaulicht den Fall, daß das bidirektionale, selbstheilende optische Ringnetz von Ausführungsbeispiel 2 in einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff eingesetzt wird. In einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff übernimmt eine abgesetzte Basisstation (RBS) die Rolle einer optischen Netzeinheit (ONU) in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen 1 und 2.

[0069] Das optische Netzwerk nach diesem Ausführungsbeispiel wird dadurch als Ringnetz ausgebildet, daß eine Anzahl abgesetzter Basisstationen (RBS) mit einer zentralen Basisstation (CBS) unter Verwendung einer Anzahl von Verweigern verbunden wird, und die Struktur der zentralen Basisstation (CBS) ist identisch mit der in Ausführungsbeispiel 3.

[0070] Und die abgesetzte Basisstation (RBS) umfaßt: einen sendeseitigen Frequenzumsetzer (260), der die Frequenz der von Antenne1 (ANT1) empfangenen Signale umsetzt; eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210), welche die vom sendeseitigen Frequenzumsetzer (260) abgegebenen Signale in optische Signale umwandelt und zur zentralen Basisstation (CBS) sendet und die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; eine optische Schalteinrichtung (SW4), welche die Ausbreitungsrichtungen (im Uhrzeigersinn/gegen den Uhrzeigersinn) der Aufwärts-/Abwärtssignale, die über das optische Netzwerk gesendet/empfangen werden, festlegt; eine Schaltersteuereinrichtung (230), welche den Status der optischen Schalteinrichtung (SW4) steuert, indem das Vorhandensein eines Abwärtssignals, das durch die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) in ein elektrisches Signal gewandelt wird, überprüft wird; und einen empfangsseitigen Frequenzumsetzer (270), der die Frequenz der elektrischen Signale von der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) umsetzt und diese über Antenne2 (ANT2) sendet.

[0071] Wenn das optische Netzwerk nach diesem Ausführungsbeispiel bei einem Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff eingesetzt wird, wie dies im Ausführungsbeispiel 3 der Fall ist, ist es erforderlich, in der CBS und der

RBS Frequenzumsetzer zu installieren. Im Falle eines Fehlers sind die Verfahren zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit jedoch mit den im vorhergehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen identisch.

[0072] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110, 120) der zentralen Basisstation (CBS) der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele mit einem 1,3-µm DFB-Laser, einem Photoempfänger oder einem optischen Koppler aufgebaut sein.

[0073] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110, 120) der zentralen Basisstation (CBS) der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele mit einem 1,3 µm Fabry-Perot-Laser, einem Photoempfänger und einem optischen Koppler aufgebaut sein.

[0074] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210, 220) der optischen Netzeinheit (ONU) oder der abgesetzten Basisstation (RBS) der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele mit einem wellenlängenselektiven DFB-Laser, einem Photoempfänger und einem Wellenlängenmultiplexer aufgebaut sein.

[0075] Wie oben erwähnt, kann mit einem erfindungsgemäßen, bidirektionalen, selbstheilenden optischen Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, die Betriebsfähigkeit im Falle eines Lichtwellenleiterbruchs oder eines Ausfalls einer Lichtquelle und/oder eines Photoempfängers rasch wiederhergestellt werden, so daß sie die Zuverlässigkeit des Netzwerks beträchtlich verbessert. Darüber hinaus ist das erfindungsgemäße optische Netzwerk mit nur einem einzigen optischen Lichtwellenleiter aufgebaut, so daß es den sparsamen Einsatz von Lichtwellenleiter ermöglichen kann. Und weiterhin können bei Verwendung einer kostengünstigen Lumineszenzdiode als Lichtquelle in der optischen Netzeinheit die Kosten für die Installation des Netzwerks im starken Maße reduziert werden.

[0076] Weil für den Fachmann weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung in deren Geltungsbereich sofort ersichtlich sind, ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele und Zeichnungen beschränkt.

Patentansprüche

1. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, das als Ringnetz ausgeführt ist, indem eine zentrale Basisstation (CBS) mit einer Anzahl optischer Netzeinheiten (ONU), die mit dem Netzwerk durch optische Koppler (250) verbunden sind, über einen einzigen Lichtwellenleiter verbunden ist,

wobei die zentrale Basisstation (CBS) Abwärtssignale auf eine Anzahl unterschiedlicher Hilfsträger aufprägt und diese zu einer Anzahl optischer Netzeinheiten (ONU) sendet und die von den optischen Netzeinheiten (ONU) empfangenen Aufwärtssignale verarbeitet, und die Anzahl optischer Netzeinheiten (ONU) Aufwärtssignale auf eine Anzahl der für sie charakteristischen Hilfsträger aufprägen und diese an die zentrale Basisstation (CBS) senden, und unter den Abwärtssignalen die von der zentralen Basisstation (CBS) gesendeten Signale zur Verarbeitung empfangen, die auf die eigenen charakteristischen Hilfsträger aufgeprägt wurden, das eine erhöhte Betriebssicherheit des Netzwerks aufweist, indem die Signale beim Auftreten von Fehlern im Netzwerk in der zur normalen Übertragungsrichtung entgegengesetzten Richtung gesendet werden.

2. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz

mit gemultiplextem Hilfsträger nach Anspruch 1, wobei dessen zentrale Basisstation (CBS) umfaßt:
 eine Anzahl von Modulatoren (MOD1), welche die Information (das elektrische Signal) der Informationsquelle auf Hilfsträger aufprägen und diese modulieren;
 eine Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW1), welche die modulierten Signale selektiv von diesen Modulatoren (MOD1) auf das damit ausgestattete Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) verteilen;
 zwei Summierversärker (+), welche die Signale summieren, die mit Hilfe der genannten Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW1) geschaltet werden und sie zu dem Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (110 bzw. 120) übertragen;
 eine Schaltersteuereinrichtung (130), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW1) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Aufwärtssignals überprüft, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und im Normalbetrieb die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die optische Netzeinheit (ONU) sendet und die von der optischen Netzeinheit (ONU) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die optische Netzeinheit (ONU) sendet und die von der optischen Netzeinheit (ONU) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;
 einen Summierversärker (+), der die empfangenen Signale summiert, die von den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) ausgegeben werden und diese zu einer Anzahl von Demodulatoren (DEM1) überträgt; und
 Demodulatoren (DEM1), welche die aus dem Summierversärker (+) übertragenen elektrischen Signale in dekodierbare Signale demodulieren, und die optische Netzeinheit (ONU) umfaßt:
 einen Modulator (MOD2), welcher die Information (das elektrische Signal) der Informationsquelle auf einen Hilfsträger aufprägt und diesen moduliert;
 eine elektrische Schalteinrichtung (SW2), welche die von diesem Modulator (MOD2) modulierten Signale selektiv auf das damit ausgestattete Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) verteilt;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb, die modulierte elektrische Signale in optische Signale umwandelt und diese an die zentrale Basisstation (CBS) sendet und die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale während des Normalbetriebs in elektrische Signale umwandelt;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (220) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, die modulierte elektrische Signale in optische Signale umwandelt und diese an die zentrale Basisstation (CBS) sendet und die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit in elektrische Signale umwandelt;

eine elektrische Schalteinrichtung (SW3), die selektiv das empfangene Signal, das von den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) ausgegeben wird, an das Filter (240) sendet;
 ein Filter (240), welches die Signale filtert, die von der elektrischen Schalteinrichtung (SW3) abgegeben werden;
 einen Demodulator (DEM2), der die gefilterten Signale in dekodierbare Signale demoduliert;
 eine Schaltersteuereinrichtung (230), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW2, 3) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Abwärtssignals überprüft, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird; und
 einen optischen Koppler (250), der die optische Netzeinheit (ONU) mit dem optischen Netzwerk verbindet.
 3. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger nach Anspruch 1, wobei die zentrale Basisstation (CBS) umfaßt:
 eine Anzahl von Modulatoren (MOD1), welche die Information (das elektrische Signal) der Informationsquelle auf einen Hilfsträger aufprägen und diesen modulieren;
 eine Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW1), welche selektiv die modulierten Signale von diesen Modulatoren (MOD1) auf das damit ausgestattete Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) verteilen;
 zwei Summierversärker (+), welche die Signale summieren, die mit Hilfe der genannten Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW1) geschaltet werden und sie zu dem Paar optischer Sende-Empfangs-Einrichtungen (110 bzw. 120) übertragen;
 eine Umschaltsteuereinrichtung (130), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW1) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Aufwärtssignals überprüft, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für Normalbetrieb, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und im Normalbetrieb die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die optische Netzeinheit (ONU) sendet und die von der optischen Netzeinheit (ONU) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und die während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die optische Netzeinheit (ONU) sendet und die von der optischen Netzeinheit (ONU) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;
 einen Summierversärker (+), der die empfangenen Signale summiert, die von den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) ausgegeben werden und diese an eine Anzahl von Demodulatoren (DEM1) überträgt; und
 Demodulatoren (DEM1), welche die elektrischen Signale, die vom Summierversärker (+) übertragen werden, in dekodierbare Signale demodulieren, und die optische Netzeinheit (ONU) umfaßt:
 einen Modulator (MOD2), der die Information (das elektrische Signal) der Informationsquelle auf einen Hilfsträger aufprägt und diesen moduliert;

eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210), die modulierte elektrische Signale in optische Signale umwandelt und diese an die zentrale Basisstation (CBS) sendet und die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;

eine optische Schalteinrichtung (SW4), welche die Ausbreitungsrichtungen (im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn) der Aufwärts-/Abwärtssignale festlegt, die über das optische Netzwerk gesendet/empfangen werden;

ein Filter (240), welches die elektrischen Signale filtert, die von der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) abgegeben werden;

einen Demodulator (DEM2), der die gefilterten Signale in dekodierbare Signale demoduliert;

eine Schaltersteuereinrichtung (230), die den Status der optischen Schalteinrichtungen (SW4) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Abwärtssignals überprüft, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird; und

einen optischen Koppler (250), der die optische Netzeinheit (ONU) mit dem optischen Netzwerk verbindet.

4. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger für ein Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff, das als Ringnetz ausgeführt ist, indem eine zentrale Basisstation (CBS) mit einer Anzahl abgesetzter Basisstationen (RBS), die mit dem Netzwerk durch optische Koppler (250) verbunden sind, über einen einzigen Lichtwellenleiter verbunden wird,

wobei die zentrale Basisstation (CBS) Abwärtssignale in die Signale mit unterschiedlichen Frequenzen umwandelt und diese an die Anzahl abgesetzter Basisstationen (RBS) sendet und die Aufwärtssignale, die von der Anzahl abgesetzter Basisstationen (RBS) empfangen werden, verarbeitet, und

die Anzahl abgesetzter Basisstationen (RBS) Aufwärtssignale in die Signale mit ihren eigenen charakteristischen Frequenzen umwandelt und diese an die zentrale Basisstation (CBS) sendet, und unter den von der zentralen Basisstation (CBS) gesendeten Abwärtssignalen die Signale mit eigenen charakteristischen Frequenzen empfängt und verarbeitet,

das sich durch eine verbesserte Netzwerkzuverlässigkeit auszeichnet, weil die Signale beim Auftreten von Fehlern im Netzwerk in der zur normalen Übertragungsrichtung entgegengesetzten Richtung gesendet werden.

5. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger für ein Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff, nach Anspruch 4,

wobei die zentrale Basisstation (CBS) umfaßt:

eine Anzahl von Modulatoren (MOD1), welche die Information der Informationsquelle auf eine Trägerfrequenz aufprägen und diese modulieren;

eine Anzahl von sendeseitigen Frequenzumsetzern (140), welche die mit Hilfe der Modulatoren (MOD1) modulierten Signale in Signale umsetzen, deren Frequenz mit bestimmten abgesetzten Basisstationen (RBS) korrespondiert;

eine Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW5), welche selektiv die frequenzmodulierten Signale auf optische Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) verteilen;

zwei Summiervverstärker (+), welche die Signale sum-

mieren, die mit Hilfe der genannten Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW5) geschaltet werden und sie zu den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) übertragen;

eine Umschaltsteuereinrichtung (130), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW5) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Aufwärtssignals, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (110, 120) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, überprüft;

eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung für Normalbetrieb (110), die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und die im Normalbetrieb die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese zur abgesetzten Basisstation (RBS) überträgt und die von der abgesetzten Basisstation (RBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;

eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und die während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die abgesetzte Basisstation (RBS) sendet und die von der abgesetzten Basisstation (RBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;

eine Anzahl empfangsseitiger Frequenzumsetzer (150), welche die Frequenz der empfangenen Signale, die in elektrische Signale umgewandelt werden, umsetzen; und

eine Anzahl von Demodulatoren (DEM1), welche die von den Frequenzumsetzern (150) abgegebenen Signale demodulieren, und

die abgesetzte Basisstation (RBS) umfaßt:

einen sendeseitigen Frequenzumsetzer (260), der die Frequenz der von Antenne1 (ANT1) empfangenen Signale umsetzt;

eine elektrische Schalteinrichtung (SW6), welche selektiv die Ausgangssignale des sendeseitigen Frequenzumsetzers (260) auf optische Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) verteilt;

eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210) für Normalbetrieb, welche die empfangenen elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese zur zentralen Basisstation (CBS) sendet und im Normalbetrieb die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;

eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (220) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, welche die empfangenen elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese zur zentralen Basisstation (CBS) sendet und während der Periode der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;

einen optischen Koppler (250), der die optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) mit dem optischen Netzwerk verbindet;

eine elektrische Schalteinrichtung (SW7), welche selektiv die Ausgangssignale der optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) zum empfangsseitigen Frequenzumsetzer (270) schaltet;

eine Schaltersteuereinrichtung (230), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW6, 7) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Abwärtssignals überprüft, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-

Einrichtungen (210, 220) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird; und
 einen empfangsseitigen Frequenzumsetzer (270), der die Frequenz der von den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (210, 220) ausgegebenen Signale umsetzt und diese über Antenne2 (ANT2) sendet. 5
 6. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger für ein Leitungs-/Weitverkehrsnetz mit gemischtem Zugriff, nach Anspruch 4, 10
 wobei die zentrale Basisstation (CBS) umfaßt:
 eine Anzahl von Modulatoren (MOD1), welche die Information der Informationsquelle auf eine Trägerfrequenz aufprägen und diese modulieren;
 eine Anzahl von sendeseitigen Frequenzumsetzern (140), welche die mit Hilfe der Modulatoren (MOD1) modulierten Signale in die Signale umsetzen, deren Frequenz mit einer bestimmten abgesetzten Basisstation (RBS) korrespondiert;
 eine Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW5), 20
 welche selektiv die frequenzmodulierten Signale auf optische Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) verteilen;
 zwei Summiervverstärker (+), welche die Signale summieren, die mit Hilfe der Anzahl elektrischer Schalteinrichtungen (SW5) geschaltet werden und die sie zu den optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) übertragen;
 eine Umschaltsteuereinrichtung (130), die den Status der elektrischen Schalteinrichtungen (SW5) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Aufwärtssignals überprüft, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-Einrichtungen (110, 120) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110) für 35
 Normalbetrieb, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und die im Normalbetrieb die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die abgesetzte Basisstation (RBS) sendet und die von der abgesetzten Basisstation (RBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (120) zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit, die mit dem optischen Ringnetz verbunden ist und die während der Zeitspanne der Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit die modulierten elektrischen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die abgesetzte Basisstation (RBS) sendet und die von der abgesetzten Basisstation (RBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;
 eine Anzahl empfangsseitiger Frequenzumsetzer (150) 40
 welche die Frequenz der empfangenen Signale umsetzen; und
 eine Anzahl von Demodulatoren (DEM1), welche die von den Frequenzumsetzern (150) abgegebenen Signale demodulieren, und die abgesetzte Basisstation (RBS) umfaßt:
 einen sendeseitigen Frequenzumsetzer (260), der die Frequenz der von Antenne1 (ANT1) empfangenen Signale umsetzt;
 eine optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210), welche die vom sendeseitigen Frequenzumsetzer (260) abgegebenen Signale in optische Signale umwandelt und diese an die zentrale Basisstation (CBS) sendet und die von der zentralen Basisstation (CBS) empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt;
 eine optische Schalteinrichtung (SW4), welche die 65

Ausbreitungsrichtungen (im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn) der Aufwärts-/Abwärtssignale, die über das optische Netzwerk gesendet/empfangen werden, festlegt;
 eine Schaltersteuereinrichtung (230), die den Status der optischen Schalteinrichtung (SW4) steuert, indem sie das Vorhandensein eines Abwärtssignals, das mit Hilfe der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, überprüft; und
 einen empfangsseitigen Frequenzumsetzer (270), der die Frequenz der elektrischen Signale, die von der optischen Sende-Empfangs-Einrichtung (210) ausgegeben werden, umsetzt und diese über Antenne2 (ANT2) sendet.
 7. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, nach Anspruch 2, 3, 5 oder 6,
 wobei die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110, 120) der zentralen Basisstation (CBS) umfaßt:
 eine 1,55-µm DFB-Laserdiode, welche die zu sendenden elektrischen Signale in optische Signale umwandelt;
 eine Photodiode, welche die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; und
 einen Wellenlängenmultiplexer.
 8. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, nach Anspruch 2, 3, 5 oder 6,
 wobei die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110; 120) der zentralen Basisstation (CBS) umfaßt:
 einen 1,3-µm DFB-Laser, der die zu sendenden elektrischen Signale in optische Signale umwandelt;
 eine Photodiode, welche die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; und
 einen optischen Koppler.
 9. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, nach Anspruch 2, 3, 5 oder 6,
 wobei die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (110, 120) der zentralen Basisstation (CBS) umfaßt:
 einen 1,3-µm Fabry-Perot-Laser, der die zu sendenden elektrischen Signale in optische Signale umwandelt;
 eine Photodiode, welche die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; und
 einen optischen Koppler.
 10. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, nach Anspruch 2, 3, 5 oder 6,
 wobei die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210, 220) der optischen Netzeinheit oder der abgesetzten Basisstation (RBS) umfaßt:
 eine 1,3-µm Lumineszenzdiode (LED), welche die zu sendenden elektrischen Signale in optische Signale umwandelt;
 eine Photodiode, welche die empfangenen optischen Signale in elektrische Signale umwandelt; und
 einen Wellenlängenmultiplexer.
 11. Bidirektionales, selbstheilendes optisches Ringnetz mit gemultiplextem Hilfsträger, nach Anspruch 2, 3, 5 oder 6,
 wobei die optische Sende-Empfangs-Einrichtung (210, 220) der optischen Netzeinheit (ONU) oder der abgesetzten Basisstation (RBS) umfaßt:
 einen wellenlängenselektierten DFB-Laser, welcher die zu sendenden elektrischen Signale in optische Signale umwandelt;
 eine Photodiode, welche die empfangenen optischen

Signale in elektrische Signale umwandelt; und
einen Wellenlängenmultiplexer.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

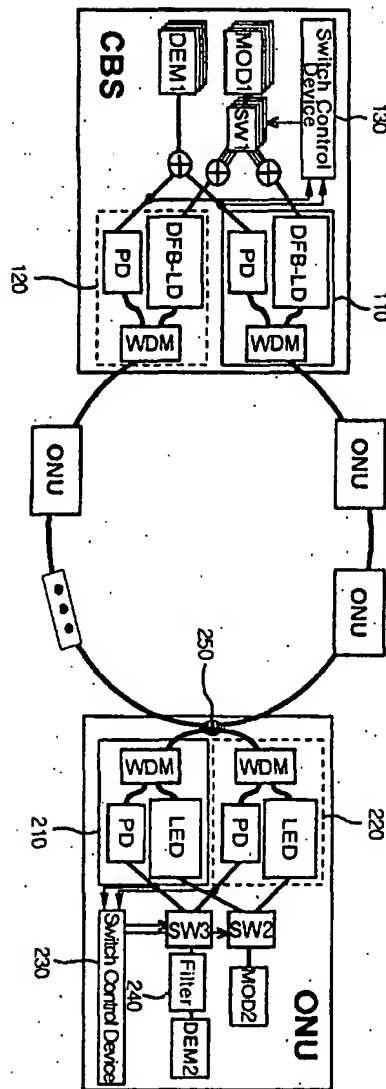


FIG. 1

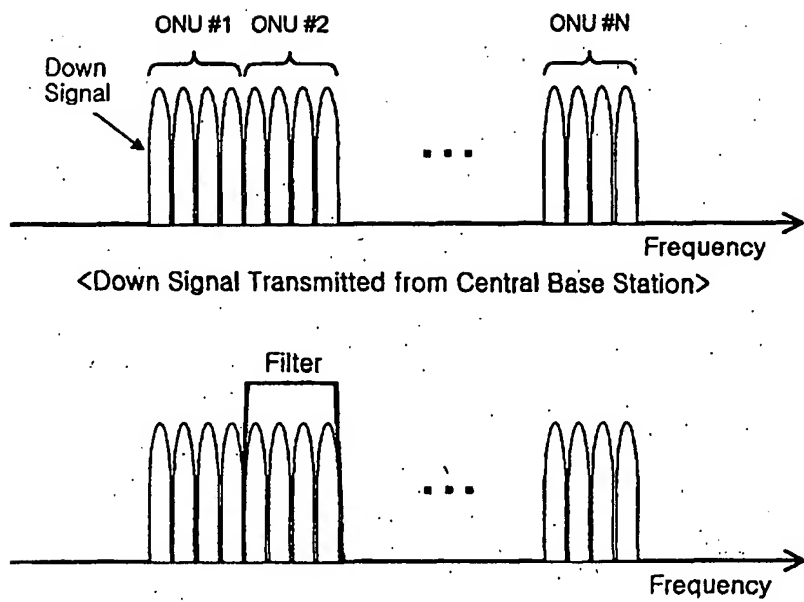


FIG. 2

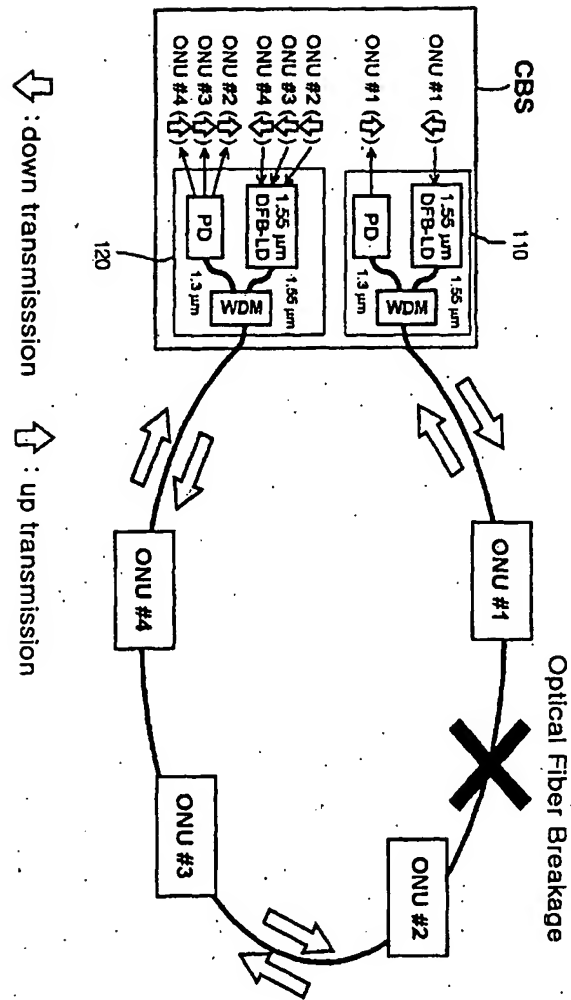


FIG. 3

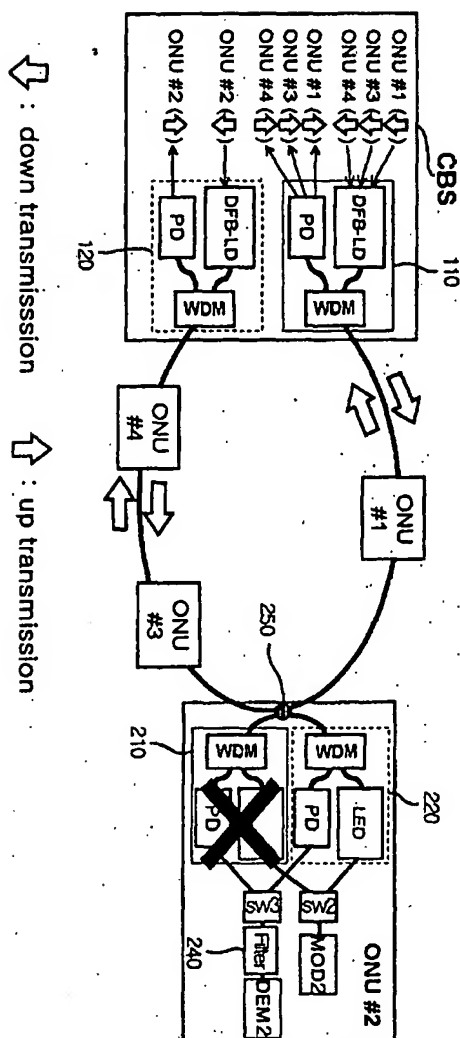


FIG. 4

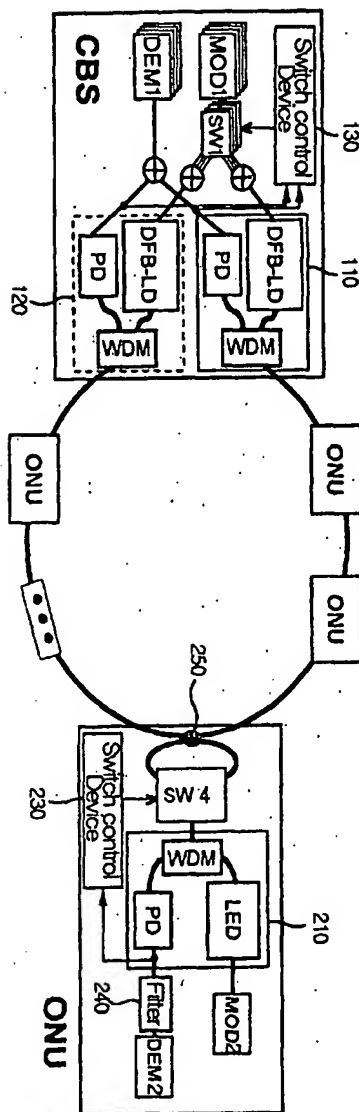


FIG. 5

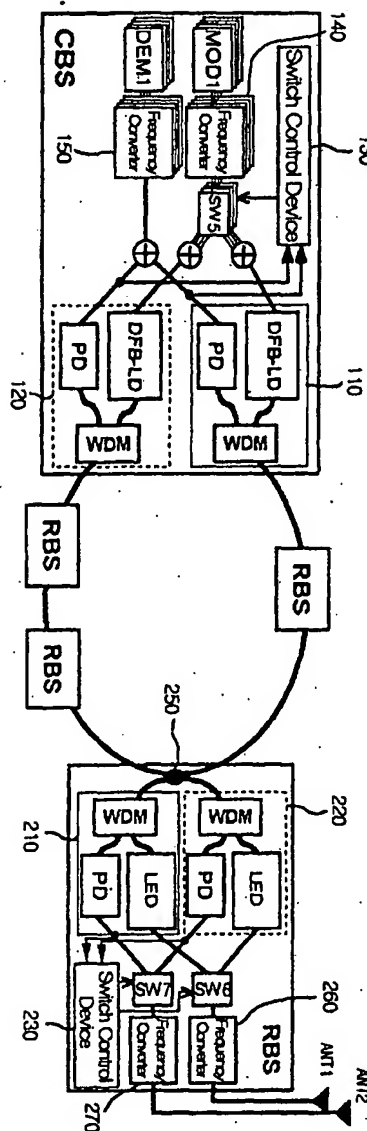


FIG. 6

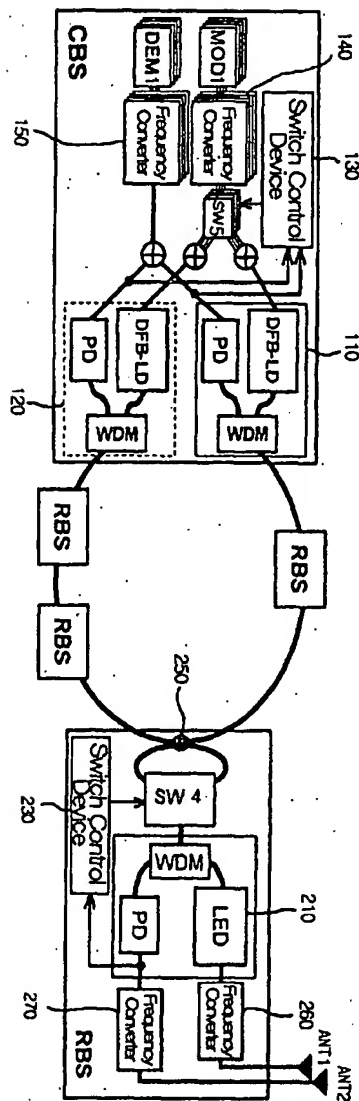


FIG. 7